n. 30 - L. 12.900 - 6,66 euro

TEORIA

Le tastiere

MISURA

Indicatore sonoro di continuità

AUDIO

Rilevatore acustico diurno

Preamplificatore audio con taglio degli acuti

DIGITALE

Dado digitale a lettura diretta

Sistema di votazione speciale

COMPONENTI

Il 4023, tre porte NAND a tre entrate

LABORATORIO

Consigli per dissaldare

IN REGALO in questo fascicolo

- 1 Circuito integrato 4023
- 2 Condensatori da 22 pF in ceramica
- 2 Resistenze da 330 K, 5%, 1/4 W
- 2 Resistenze da 680 K, 5%, 1/4 W

Peruzzo & C.

9 771129 409005 00030

COSTRUISCI CON NOI IL TUO LABORATORIO PER REALIZZARE 100 ESPERIMENTI

NUOVO METODO
PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

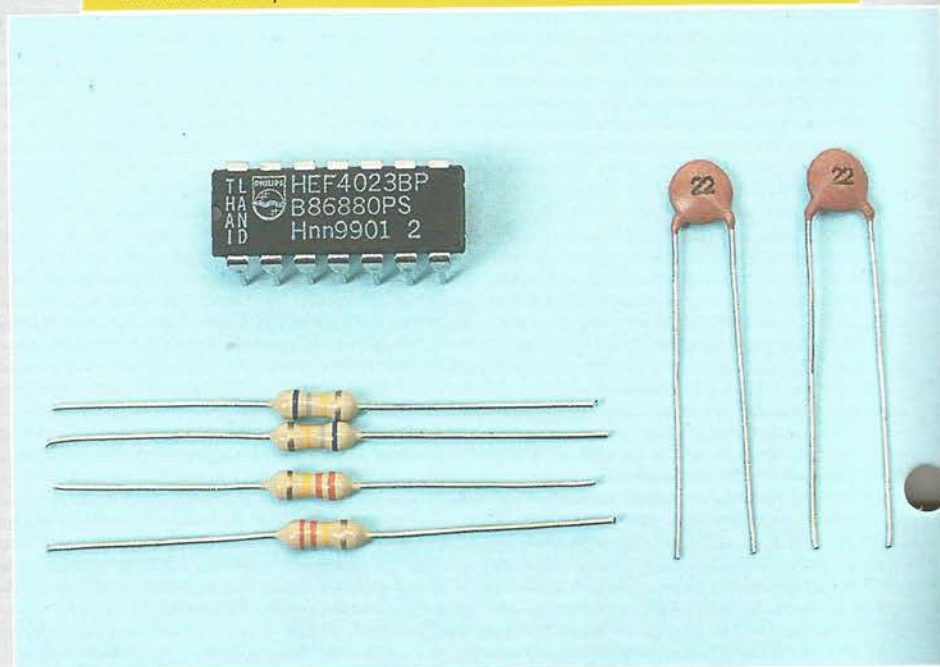
Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

1 Circuito integrato 4023
2 Condensatori da 22 pF in ceramica
2 Resistenze da 330 K, 5%, 1/4 W
2 Resistenze da 680 K, 5%, 1/4 W

In questo fascicolo continuiamo a fornire componenti per farvi realizzare ulteriori esperimenti.

Le tastiere

Attualmente vengono utilizzati molti modelli di tastiere, le cui tecnologie di fabbricazione sono in costante evoluzione;

In un appartamento possiamo trovare diverse tastiere; le enumereremo per meglio comprenderne l'importanza. Le tastiere di uso più corrente, e di cui esistono anche molti modelli sono: per il computer, per il telefono di casa, per il telefono cellulare, per i telecomandi di diverse apparecchiature, per gli allarmi, per i calcolatori e per molti altri elettrodomestici che sono sempre più dotati di tastiere per il controllo elettronico, per esempio cucine, forni, apparecchi per l'aria condizionata eccetera.

Tastiera di computer: oltre alle zone di contatto dei tasti, è dotata di elementi di elettronica di controllo per l'invio delle informazioni al computer tramite un ridottissimo numero di fili.

Tastiera del computer

Le tastiere del computer, viste dall'esterno, sono molto simili; le differenze maggiori sono tra i computer fissi e i computer portatili. Ci sono computer con tasti indipendenti saldati su di un circuito stampato – tali erano le prime tastiere – ma sono più costosi e il loro utilizzo viene riservato a utenti professionisti che ne fanno un notevole uso.

Le tastiere più utilizzate, tuttavia, hanno una costruzione particolarissima - lo vedremo poi – e a causa del loro basso costo, vengono considerate elementi usa e getta; solitamente, non vengono riparate, soprattutto nel caso in cui a guastarsi sia un tasto. Se apriamo una tastiera di computer, ci troveremo di fronte un circuito elettronico che si incarica delle comunicazioni con il computer. I tasti sono pezzi di plastica allocati in una ben determinata zona del circuito stampato. Ogni tasto fa contatto in maniera tale che la parte premuta si mette in contatto con la parte conduttrice posta al di sotto di esso e che appartiene ad un altro circuito stampato. Tra i due è interposta una lamina isolante perforata i cui fori corrispondono agli attuatori di ogni tasto. Le connessioni vengono effettuate per fila e per colonna; sono i circuiti elettrici a determinare quale tasto sia stato premuto in un determinato momento e che inviano

Dettaglio dei circuiti stampati e della lamina isolante intermedia.

Interno di una tastiera di computer dove possiamo vedere l'attuatore dei tasti e il circuito stampato flessibile superiore.

Le tastiere

Nei calcolatori si utilizzano diversi tipi di tastiera.

l'informazione alla CPU del computer.

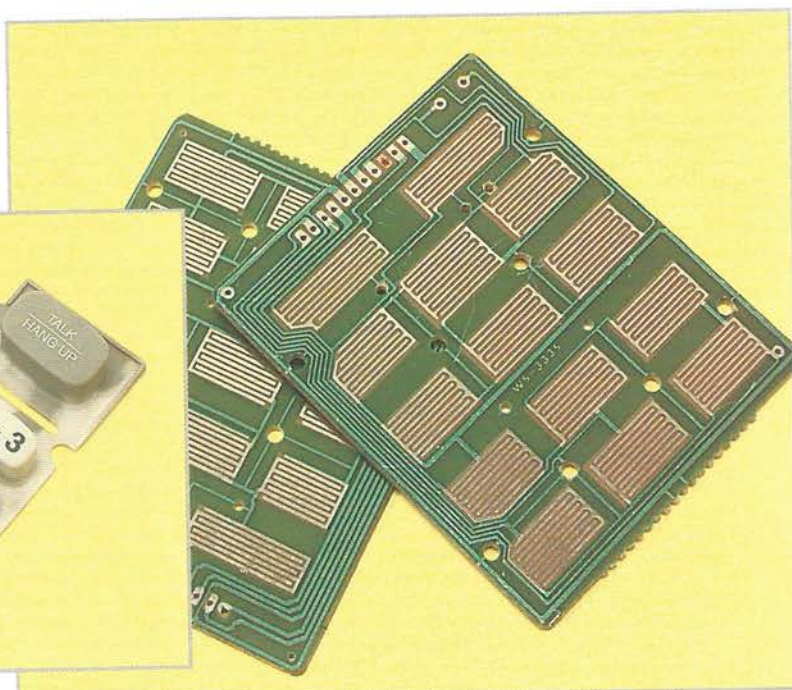
Tastiere di silicone

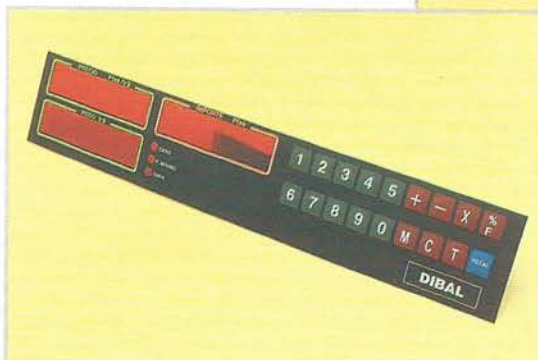
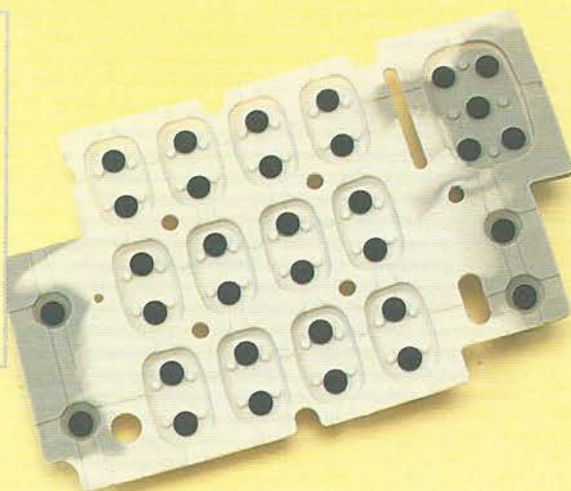
Le tastiere più comuni – calcolatori, telecomandi, telefoni eccetera – sono costituite da un circuito stampato dotato di zone di contatto con piste incrociate e così vicine che si uniscono tra loro quando vi si preme sopra con un elemento conduttore – normalmente è un pezzo di gomma conduttrice, oppure di grafite. Questo elemento conduttore è piegato e ben inserito in una tastiera di silicone che, normalmente, viene modellata su richiesta del costruttore. Queste tastiere di silicone possono essere fabbricate praticamente in qualsiasi forma, dimensione, colore o insieme di colori; sotto ogni tasto c'è un contatto conduttore – attualmente è di gomma conduttrice, mentre prima era di grafite conduttrice e spesso si rompeva.

Il tasto viene progettato in maniera tale che sia il tasto stesso a effettuare il contatto: premendo il tasto, quest'ultimo si deforma e fa contatto; rilasciandolo, torna alla sua posizione originaria.

Condizioni ambientali

Una tastiera per un computer fisso viene utilizzata negli appartamenti o nei luoghi di lavoro; normalmente funzionano con temperature ambientali correnti, sono protette dalla pioggia, non temono molto la polvere e devono sopportare solo qualche piccolo colpetto prima di presentare difetti evidenti.

Tastiera di silicone vista dal lato dal quale viene utilizzata.

Circuito stampato corrispondente a una tastiera.

Le tastiere

Tastiera a bolle. Il suo vantaggio consiste nell'avere un'altezza minima: si incolla sul pannello frontale dell'apparecchiatura e fuoriesce di soli 2 mm.

Le tastiere di silicone possiedono delle zone conduttrici che si attivano quando il tasto corrispondente viene premuto e chiudono così i contatti del circuito stampato.

Altre tastiere, però, devono essere maggiormente protette. Quella del telecomando di un televisore, per esempio, sta per molto tempo tra le mani dell'utente e cade frequentemente a terra. Deve avere, quindi, una buonissima chiusura ed essere abbastanza robusta, perché i telespettatori appassionati di zapping sono molti e le tastiere devono sopportare molte operazioni, soprattutto per quanto riguarda volume e cambio dei canali. Un altro fattore "aggressivo" è costituito dal sudore delle mani che, poco a poco, può penetrare all'interno e di cui si deve evitare il contatto; si ottiene questo scopo, utilizzando la tastiera stessa come mezzo di comunicazione isolandola dagli agenti esterni. Un altro problema è dovuto al fatto che se la parte del tasto che fa contatto è molto dura, può tagliare o addirittura rompere il circuito stampato. Si ovvia a tutto ciò in due modi: utilizzando tasti non abrasivi oppure applicando al circuito stampato un trattamento indurente.

I costruttori offrono tastiere su misura delle necessità di ogni cliente.

Tastiere speciali

Quando le condizioni ambientali sono estreme, si progettano delle tastiere speciali; il progetto non si limita solamente alla tastiera, ma include anche il contenitore. Le tastiere di silicone, o di materiali simili, possono essere utilizzate per realizzare tastiere stagne, resistenti alla pioggia e all'acqua, ma anche il resto dell'apparecchiatura deve essere resistente ai fattori appena menzionati. Riusciamo a rendere una tastiera stagna inserendo la tastiera stessa unita e dotandola di un coperchio superiore il quale evita che la tastiera si deformi. La tastiera deve, inoltre, sopportare una certa pressione, perché se l'apparecchiatura è

Le tastiere

Tastiere indipendenti. Anni fa furono molto utilizzate, ma andavano saldate a un circuito stampato. Oggi quasi non vengono più usate perché esistono soluzioni più economiche.

I pulsanti meccanici vengono usati sempre meno nelle tastiere e il loro utilizzo è ormai ridottissimo; vengono tuttora adoperate nelle apparecchiature che non subiscono un controllo elettronico.

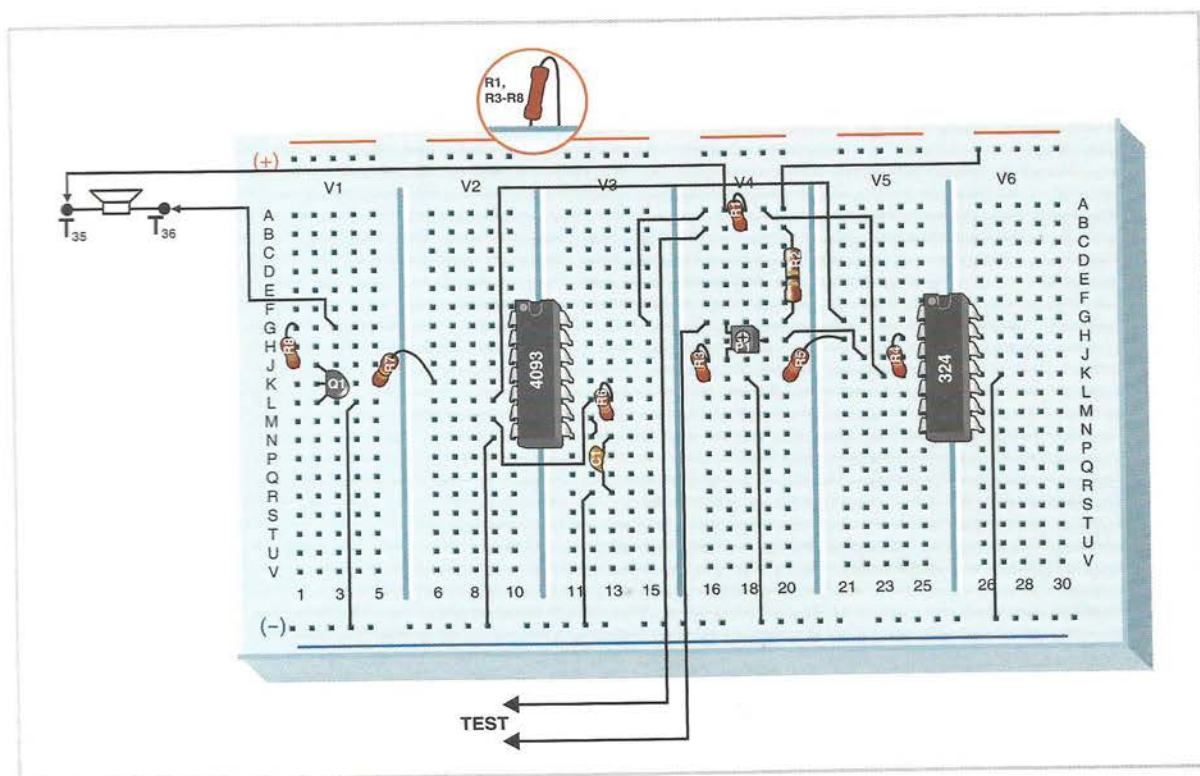
chiusa ermeticamente, l'aria al suo interno può dilatarsi o contrarsi a seconda che la temperatura dell'apparecchiatura salga o scenda. Se si dilata, l'apparecchiatura si può "bombare", mentre se si contrae, può flettersi verso l'interno e qualche tasto può accidentalmente fare contatto. Si deve anche fare sì che il materiale non diventi fragile, o durissimo, alle bassissime temperatura e che non si deformi a temperature molto alte. Pertanto, quando si decide l'uso di una tastiera, si deve sapere dove la si dovrà utilizzare e a quale tipo di aggressioni esterne essa verrà sottoposta.

Resistenza di contatto

Nelle tastiere la resistenza di contatto èabbastanza elevata; questo fattore è tenuto in considerazione e lo si compensa quando si progettano i circuiti a cui la tastiera verrà allacciata. Queste tastiere non vengono, generalmente, utilizzate per avere il controllo diretto dei circuiti che lavorano con tensioni e correnti elevate; di norma, viene interposto un circuito avente il compito di controllare le suddette elevate tensioni e correnti.

Tastiere in miniatura. Vengono utilizzate dietro il pannello frontale nei video domestici e vengono azionate dai tasti disposti sul pannello stesso.

Indicatore sonoro di continuità

Un suono acuto segnalerà la condizione di continuità.

Come molti altri, questo montaggio può risultare utilissimo perché consente di verificare rapidamente se esiste o meno una connessione diretta tra le diverse parti di un circuito. Un suono acuto ci segnala che tale condizione di continuità esiste nel circuito che dobbiamo verificare.

Il circuito

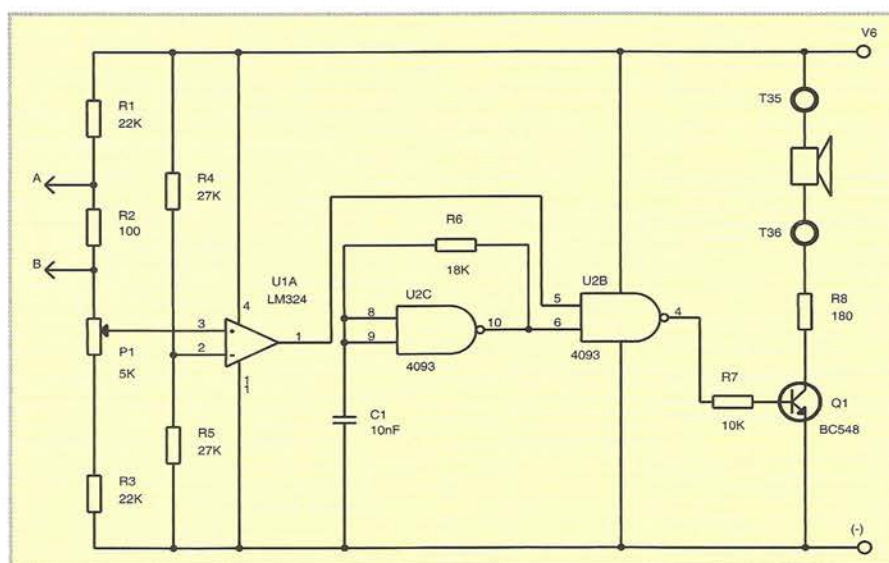
Il circuito è composto da tre parti chiaramente differenti: il circuito rilevatore, l'oscillatore e lo stadio di uscita che agisce direttamente sull'altoparlante. Come circuito rilevatore utilizziamo un comparatore, da regolare, perché senza effettuare alcuna misurazione, abbia l'uscita a livello basso; di conseguenza, all'entrata di U2B pone uno '0', lasciando l'uscita di questa porta fissa a livello alto. Quindi, anche se il transistor è polarizzato, non farà suonare l'altoparlante. Se adesso collegassimo due parti di un circuito – piste, cavi e/o resistenze – la cui resistenza superi un valore, piccolo, di circa 30 Ω tra i terminali A e B, il comparatore ci darà all'uscita un livello alto che farà sì che l'uscita di U2B oscilli alla frequenza indicata dall'oscillatore che pilota la porta U2C, che ha una frequenza di circa 12.500 Hz, e che iniettando il suo segnale alla base del transistor Q1, farà emettere all'altoparlante un suono acuto.

Funzionamento

In stato di riposo, con l'alimentazione collegata e senza aver effettuato nessuna precedente regolazione, il circuito può suonare oppure no. A tale scopo, una volta collegati tutti i componenti, si deve effettuare la regolazione proprio come viene indicato.

Partendo dal fatto che il circuito è stato regolato, nel comparatore viene fissata una tensione di V6/2 al suo terminale non invertente e a riposo l'uscita sia zero. Quando si controlla la continuità di un circuito, un fusibile, una resistenza, una bobina eccetera, e lo si pone in parallelo con R2, si scompensa il valore della tensione nel terminale non invertente e l'uscita del comparatore cambia passando a livello alto: con ciò si attiva il transistor.

Evita di togliere lo sguardo dal punto di misurazione

Indicatore sonoro di continuità

COMPONENTI	
R1, R3	22 K
R2	100 Ω
R4, R5	27 K
R6	18 K
R7	10 K
R8	180 Ω
C1	10 nF
Q1	BC548
U1	LM324
U2	4093
ALTOPARLANTE	

Regolazione

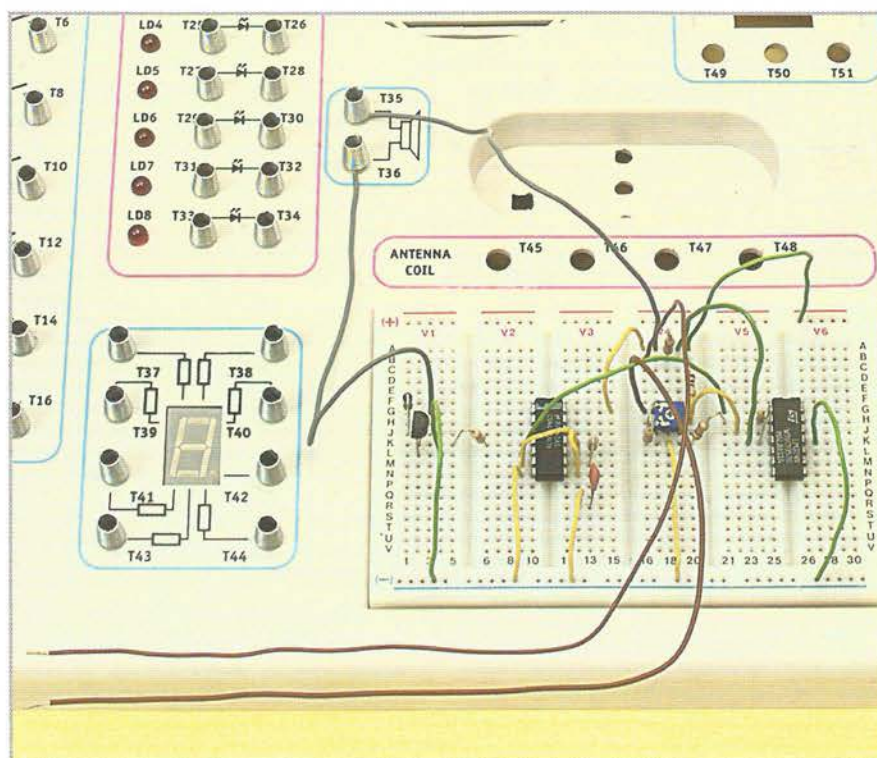
Dobbiamo regolare il circuito come segue: uniamo tra loro i terminali A e B e regoliamo lentamente P1 fino a che l'altoparlante non suona. Togliendo la connessione, il suono deve cessare. Possiamo ottenere regolazioni estremamente precise se, per esempio, uniamo i terminali precedenti a una resistenza di 100 Ω, il circuito non deve suonare: indica, così, che nel circuito non c'è una buona condizione di conduttività. Supponiamo che due cavi, o due punti del circuito, siano uniti da una saldatura falsa che al posto di 0 Ω ci siano 470 Ω: in questo caso, il circuito rileverà l'anomalia. Quando si riesce a ottenere una buona regolazione, il circuito non suona se ha delle resistenze al di sotto di 50 Ω.

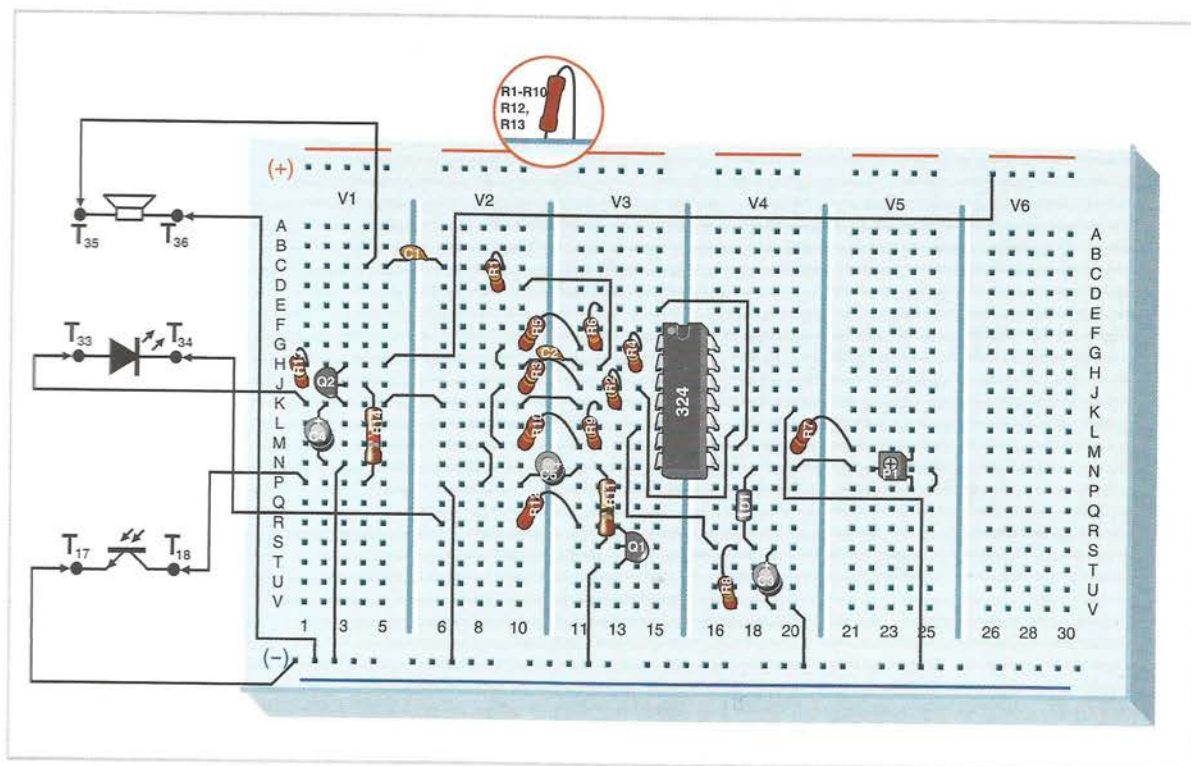
Rileva errori di continuità quando la resistenza è superiore a circa 50 Ω.

Avviamento

Per accertarci del funzionamento del circuito, prima di collegare l'alimentazione, dobbiamo ricontrollare le connessioni di tutti i componenti e, soprattutto, la polarità del transistor oltre all'alimentazione degli integrati.

Esperimento

Si può cambiare la frequenza dell'oscillatore variando R4 e/o C1, di modo che cambi il suono prodotto dal circuito quando il circuito è in funzione. Raccomandiamo di provare con 22 e 47 nF.

Rilevatore acustico diurno

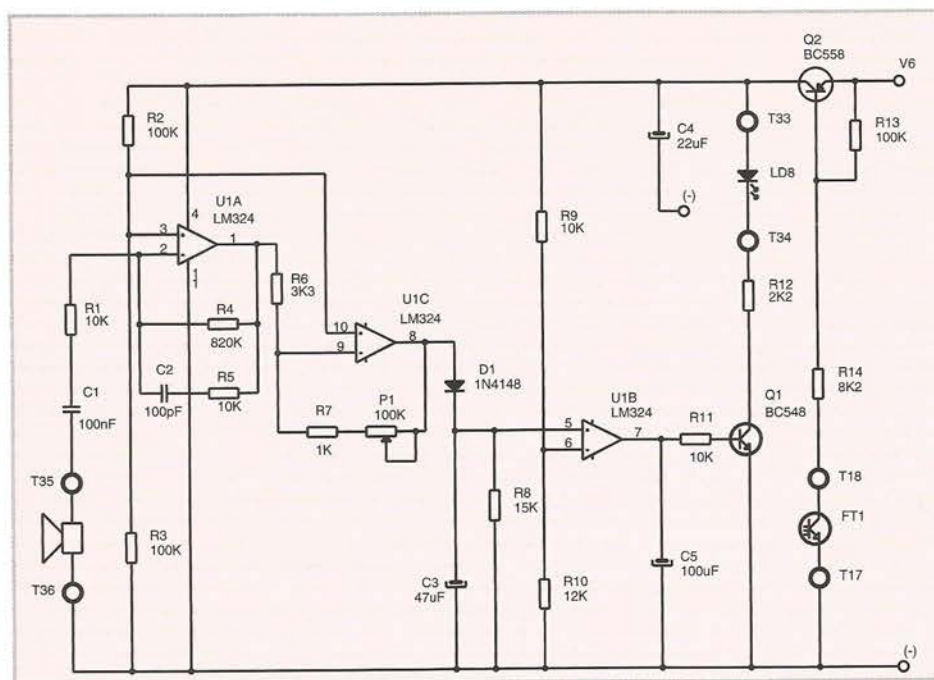
Quando è illuminato rileva i suoni.

Questo circuito come microfono utilizza un altoparlante. Capta il suono, lo amplifica e lo invia al rilevatore di livello, che, accendendo un diodo LED, indica di avere rilevato il suono. Tutti questi circuiti, però, ricevono l'alimentazione solamente quando sul fototransistor incide un livello di luce sufficiente a farlo entrare in conduzione e a polarizzare, a sua volta, il transistor Q2.

L'obiettivo è di realizzare un rilevatore vocale; dato che la voce umana ha dei registri di frequenza abbastanza bassi, nasce la necessità di interporre un filtro passa basso per migliorare la risposta del circuito alle basse frequenze.

Il circuito

Il circuito ha diverse funzioni: filtraggio, amplificazione, adattamento del livello e indicatore e controllo dell'alimentazione. L'altoparlante viene utilizzato come captatore del suono cioè come microfono. Il segnale che ne risulta viene applicato ad un preamplificatore invertente, realizzato con l'amplificatore operazionale U1A, in serie con la resistenza di controreazione R4 che è collegata a una rete RC, a C2 e R5 per limitare la risposta in frequenza del preamplificatore; la qual cosa lo converte in un filtro passa basso con profitto. Senza questo circuito addizionale, il guadagno del preamplificatore, sarebbe di 2, ad eccezione delle frequenze superiori ai 2 kHz a partire dalle quali scende rapidamente e va attenuandosi sempre più quanto più aumenta la frequenza. Il secondo stadio è un amplificatore di controllo del profitto grazie al potenziometro P1. Quest'ultimo può variare la sensibilità del circuito in modo tale che, se ne aumentiamo il valore, il guadagno sarà maggiore e, quindi, sarà in grado di rilevare suoni di minore intensità. Il segnale captato, dopo essere stato amplificato, viene rettificato e viene utilizzato per caricare il condensatore C3, quando il livello di tensione all'entrata del terminale non invertente del comparatore supera il livello di tensione del terminale invertente, terminale 6 di U1B, l'uscita del comparatore passa a livello alto, il transistor Q1 conduce e il LED LD8 si illumina. I condensatori C3 e C5 ritardano la risposta del circuito e fanno sì che non amplifichi rumori di brevissima durata.

Risposta migliorata alla voce

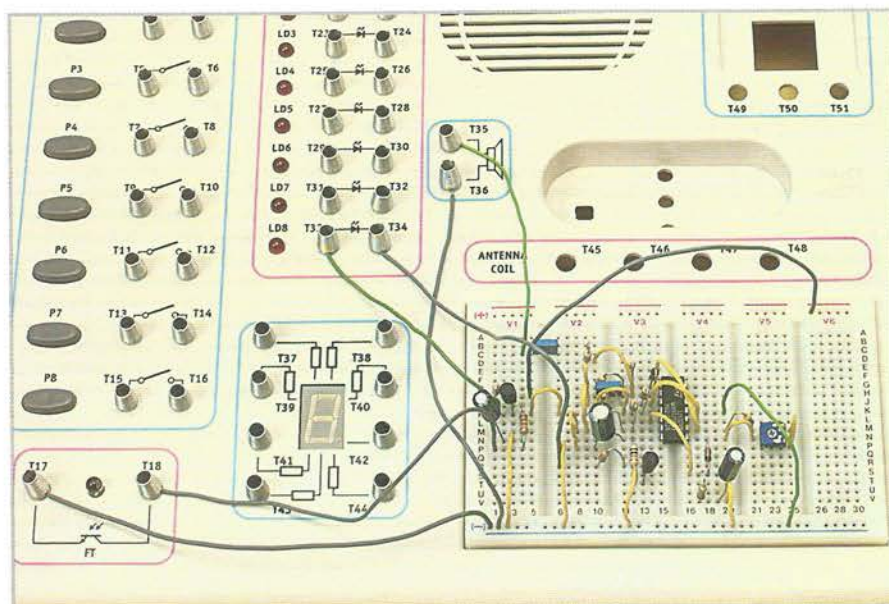
Rilevatore acustico diurno

COMPONENTI	
R1, R5, R9, R11	10 K
R2, R3, R13	100 K
R4	820 K
R6	3K3
R7	1K
R8	15 K
R10	12 K
R12	2K2
R14	8K2
P1	100 K
C1	100 nF
C2	100 pF
C3	47 µF
C4	22 µF
C5	100 µF
D1	1N4148
U1	LM324
Q1	BC548
Q2	BC558
FT1	
LD8	
ALTOPARLANTE	

Alimentazione

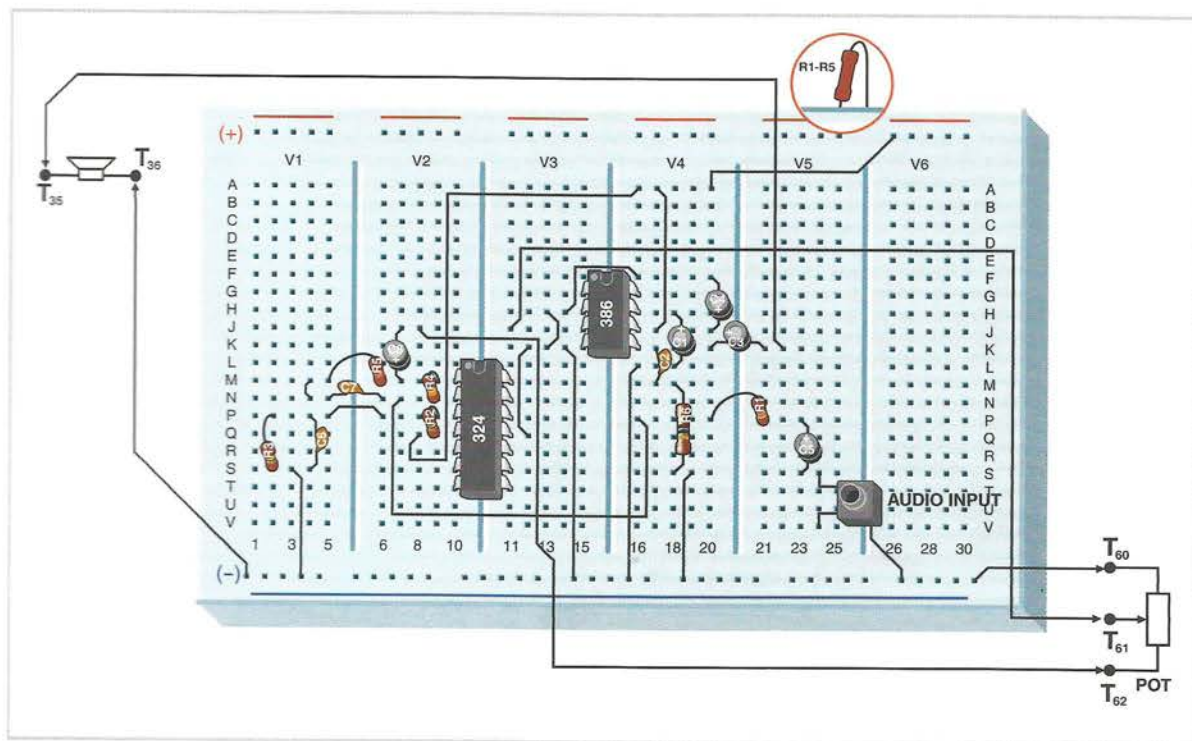
Per alimentare il circuito a partire da V6, è necessario che nella sua area ci sia abbastanza intensità luminosa, è stato infatti utilizzato un interruttore elettronico controllato dalla luce. Questo circuito è costituito da un fototransistor, che controlla la corrente della base del transistor Q2, ed è il vero interruttore dell'alimentazione.

Avviamento

Il circuito, una volta che sia stato collegato all'alimentazione e una volta che un fascio di luce di sufficiente intensità incida su FT1, se parliamo nelle vicinanze dell'altoparlante, dovrebbe funzionare. Se il diodo LED non dovesse illuminarsi, dovremo aumentare il valore di P1 e continuare a parlare. Se non dovesse funzionare, anche con P1 regolato al suo massimo valore, dovremo scollegare l'alimentazione e verificare nuovamente tutte le connessioni del circuito.

L'effetto del fototransistor viene annullato unendo tra loro i terminali T17 e T18: così il circuito funziona permanentemente.

Quando è illuminato, il circuito rileva il suono.

Preamplificatore audio con taglio degli acuti

Amplifica il segnale audio e taglia le frequenze più acute.

Questo preamplificatore è stato progettato per lavorare nella banda audio, ha un guadagno di 7 per le basse frequenze e una limitazione di guadagno per le frequenze elevate. La limitazione di guadagno viene ottenuta grazie a una rete RC, collegata in parallelo con la resistenza di controreazione R4 e formata dal condensatore C7 e dalla resistenza R5. Con i valori indicati, il circuito inizia a tagliare le frequenze a partire dai 5 kHz. In questo montaggio viene utilizzato insieme all'amplificatore audio: è una delle applicazioni più comuni.

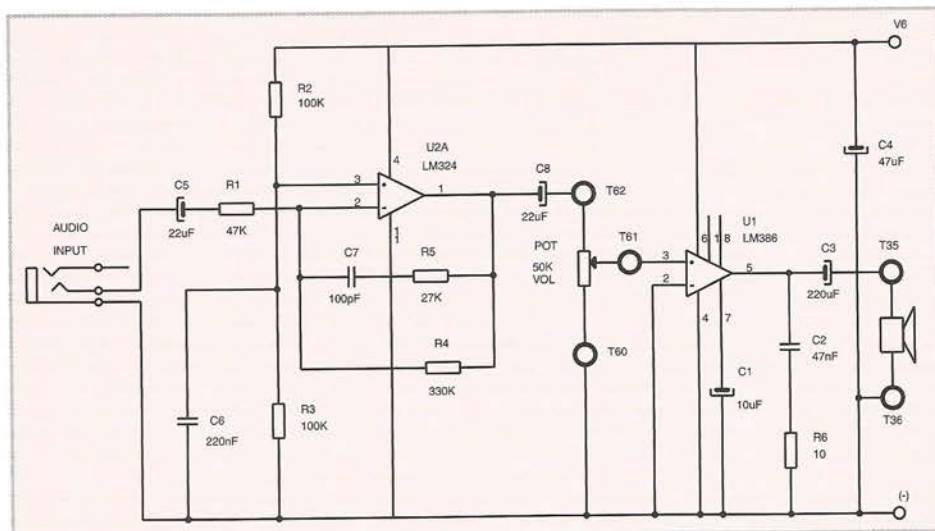
Il circuito

Il circuito è un amplificatore non invertente realizzato con un amplificatore operazionale, che avendo una rete di controalimentazione con un condensatore, si adatta alla funzione di filtro passa basso di primo ordine, con una frequenza di taglio di circa 5 kHz. Il guadagno del preamplificatore, per frequenze inferiori alla frequenza di taglio, possiamo ottenerlo dividendo il valore della resistenza R4 per quello della resistenza R1: in questo caso abbiamo un guadagno di 7. Le resistenze R2 e R3 e il condensatore C6, vengono utilizzati per raggiungere una tensione che sia la metà dell'alimentazione all'entrata non invertente dell'amplificatore operazionale: possiamo, così, alimentare il preamplificatore con una tensione simmetrica, vale a dire con un'unica fonte di alimentazione. Con questo tipo di polarizzazione, alle entrate e alle uscite appare una tensione continua, che possiamo eliminare interponendo nel passaggio dei segnali due condensatori di disaccoppiamento, rispettivamente C5 e C8, uno all'entrata e l'altro all'uscita.

Frequenza di taglio a 5 kHz

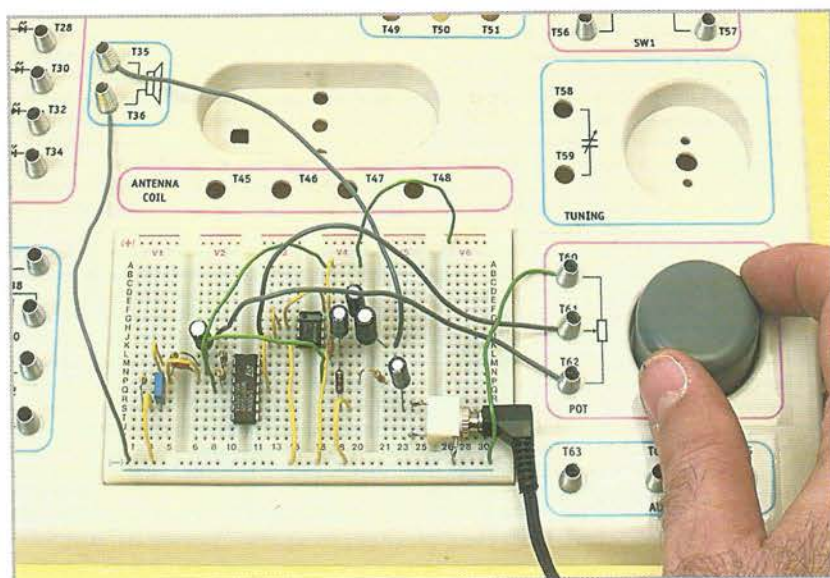
Avviamento

Il circuito non ha bisogno di essere regolato, ma per farlo funzionare correttamente dobbiamo tenere conto di diversi fattori. Questo circuito può essere alimentato con qualsiasi tensione continua compresa tra i 6 e i 9 Volt; la differenza consiste nel fatto che grazie a quest'ultima, possiamo raggiungere una maggiore potenza di uscita audio. Applichiamo all'entrata una fonte di segnale, prendendola preferibilmente da una linea di uscita di qualche apparecchiatura, per esempio da un lettore di musicassette o di CD, da un ricevitore radio o TV. Normalmente, le uscite

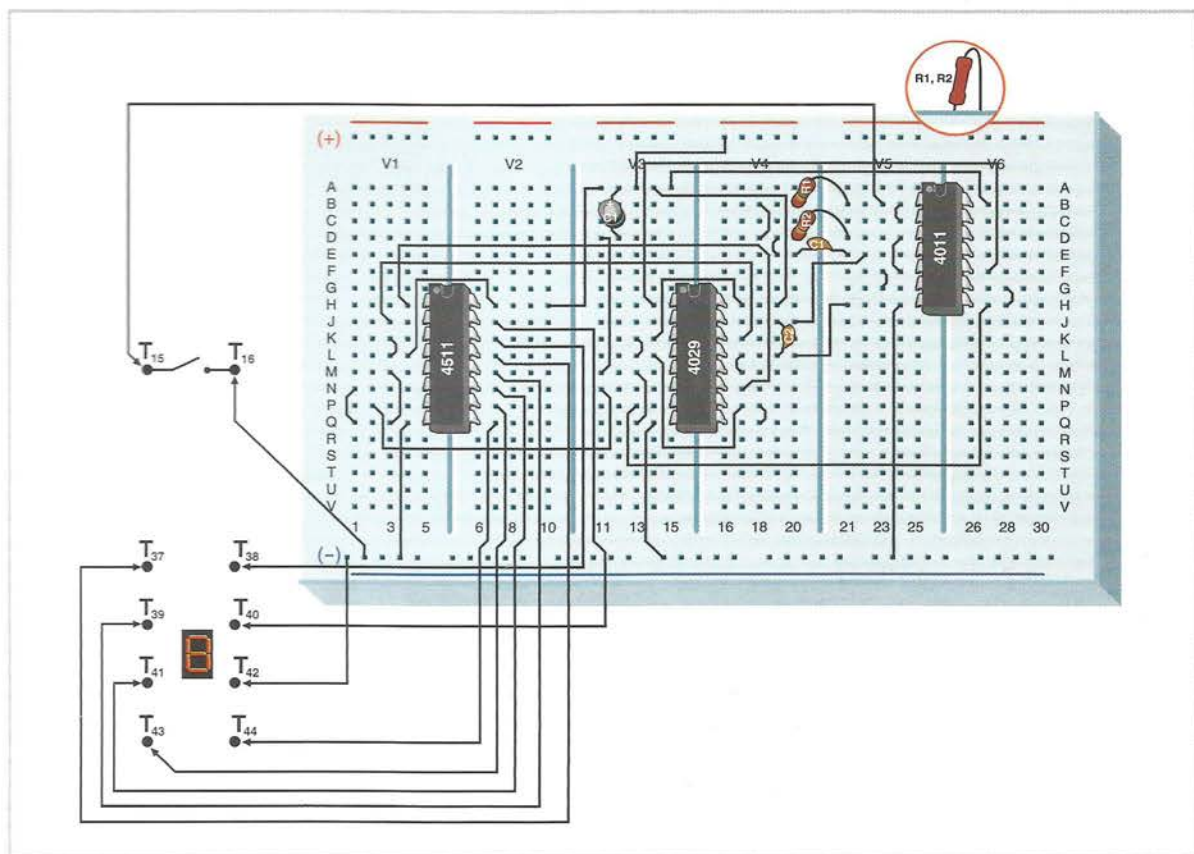
Preamplificatore audio con taglio degli acuti

COMPONENTI	
R1	47 K
R2, R3	100 K
R4	330 K
R5	27 K
R6	10 Ω
C1	10 mF
C2	47 nF
C3	220 µF
C4	47 µF
C5	22 µF
C6	220nF
C7	100 pF
C8	22 µF
U1	LM386
U2	LM324
JACK	
POTENZIOMETRO	
ALTOPARLANTE	

audio sono contrassegnate dalle parole AUDIO OUT; se non disponessimo di nessuno di questi segnali, potremmo utilizzare l'uscita degli auricolari di un piccolo walkman o di un ricevitore radio, con il volume abbastanza basso. In qualsiasi caso, la connessione tra questo apparecchio e il jack d'entrata al nostro circuito, situato, per evitare interferenze, nella piastra dei prototipi del laboratorio, verrà realizzata con un cavo schermato. Se questo segnale avesse un livello superiore a circa 200 mV efficaci, il circuito distorcerà, perché è stato pensato per amplificare segnali debolissimi; se ciò dovesse succedere, possiamo diminuire il guadagno del circuito aumentando la resistenza R1 a 100K, a 270K eccetera. Una volta che il circuito funzioni, è facilissimo verificare l'effetto del filtraggio, eliminando la rete di controreazione; togliendo, per esempio, il condensatore C7, potremo sentire meglio le frequenze più acute.

Esperimento 2

Il circuito ha una limitazione a 5 kHz per favorire l'ascolto dei segnali parlati: esso penalizza le frequenze più acute della banda audio. E' molto utilizzato nei preamplificatori audio; un amplificatore amplifica solamente i segnali della banda audio perché non interessa a nessuno amplificare i segnali delle frequenze superiori che, per un motivo o per l'altro, possono arrivare all'entrata dell'amplificatore. Perché possa passare una banda maggiore, viene diminuita la capacità del condensatore C7: con circa 22 pF riesce a passare la quasi totalità della banda audio; con 47 pF si limita a circa 10 kHz e si riesce a far passare una notevole quantità di acuti udibili. Per accentuare l'effetto, possiamo fare degli esperimenti anche con un condensatore da 220 pF: potremo osservare un taglio fortissimo dei toni acuti.

Amplificatore con preamplificatore e taglio degli acuti all'entrata.

Dado digitale a lettura diretta

Sul display possiamo leggere il risultato del tiro.

Sul display appare un numero qualsiasi compreso tra l'1 e il 6: sei, infatti, sono le facce di un dado cubico. Il circuito si basa su un contatore, di cui applichiamo le uscite a un driver. Quest'ultimo controlla, a sua volta, l'accensione dei LED di un display a sette segmenti. Per effettuare il tiro del dado, basta agire sul pulsante per far avviare l'oscillatore, di modo che con un pulsante manuale sia impossibile predire il numero che apparirà sullo schermo, perché l'oscillatore è stato intenzionalmente progettato per avere una frequenza elevata.

Il circuito

Il circuito base è un contatore – realizzato con un 4029 – collegato ad un oscillatore avente una frequenza abbastanza elevata da non poter essere seguita dall'occhio umano. Il conteggio da 9 = 1001 a 15 = 1111 è la base del funzionamento; approfittiamo del 15 per caricare nuovamente il numero 9, agendo con l'uscita di CO sull'entrata PE per rieffettuare il carico. Se osserviamo il circuito, l'uscita QD è libera, per cui quello che effettivamente viene rappresentato sullo schermo quando il contatore dà un 9 binario è 001 = 1, mentre quando dà un 14 binario è 110 = 6. Riusciamo in questo modo ad avere all'uscita i sei numeri che un classico dado potrebbe dare: li possiamo vedere sul display. Il contatore si ferma quando si preme il pulsante P8 e si legge il risultato del tiro; quando si rilascia P8, continua a contare all'infinito.

Il risultato è aleatorio

L'esperimento

Per realizzare l'esperimento si utilizza un integrato contatore 4029, configurato per contare nel sistema binario e in modalità ascendente; ha, quindi, le entrate B/D e U/D a livello alto. Delle quattro uscite di cui dispone, QA-QD, per mostrare il codice binario corrispondente ai numeri da 1 a 6 sul display, se ne utilizzano solamente tre. Secondo questa ipotesi, quando il contatore arriva alla

Dado digitale a lettura diretta

COMPONENTI	
R1	1M
R2	10 K
C1	10 nF
C2	1 nF
C3	47 µF
U1	4011
U2	4029
U3	4511
DISPLAY	
P8	

fine del conteggio, quando arriva cioè a (1111), l'uscita CO invertita (trasporto di uscita) sarà quella incaricata di effettuare il carico del primo numero del conteggio – in questo caso il 9. Dato che questa uscita è attiva a livello basso e il carico viene effettuato tramite PE a livello alto, mediante U1C, invertiamo l'uscita. Perché il primo numero dell'uscita risulti essere 9, abbiamo collocato le entrate A e D a livello alto e le entrate B e C a livello basso. L'oscillatore rimarrà attivo dal momento in cui lo colleghiamo all'alimentazione, per cui il pulsante lo deve arrestare e questa operazione viene realizzata collegando l'entrata di U1A al negativo dell'alimentazione.

Azionando il pulsante, il numero del tiro verrà visualizzato.

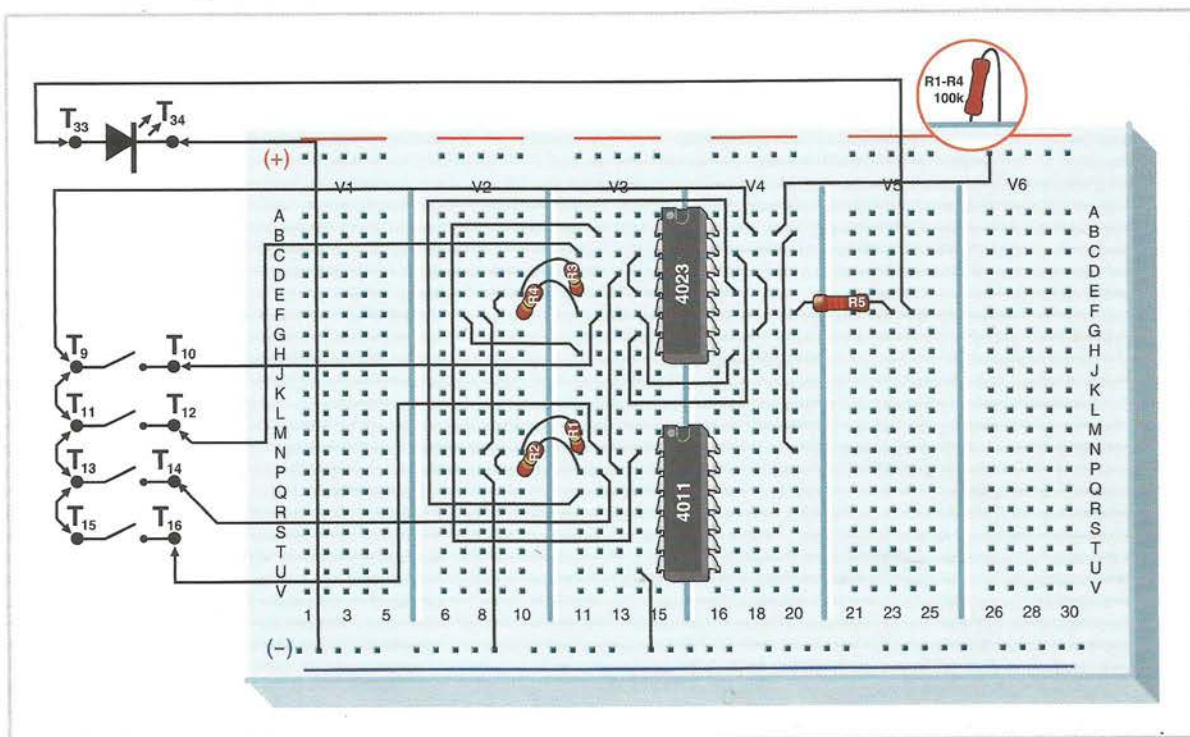
Avviamento

Con l'alimentazione collegata, il contatore deve funzionare rapidamente, per cui vedremo sul display tutti i segmenti illuminati. Quando si preme il pulsante, deve fermarsi su un numero. Se non funzionasse, dovremo verificare che il 4011 e il 4511 siano ben collegati all'alimentazione e che l'uscita di U1B sia collegata all'entrata del clock del contatore, terminale 15.

Verifica

Per verificare questo circuito come dado se ne deve verificare il funzionamento, dobbiamo, cioè, essere sicuri che il contatore conti tutti e sei i numeri. Per facilitare la verifica, si collega in parallelo con il condensatore C1 un altro condensatore da 22 nF; con ciò, il conteggio che appare sul display avviene più lentamente, dandoci tutto il tempo necessario per poter vedere i sei numeri. Quello che abbiamo fatto è stato abbassare la frequenza dell'oscillatore; dopo aver verificato che il tutto funziona bene, togliamo quest'ultimo condensatore.

Sistema di votazione speciale

E' un esempio di applicazione della semplificazione delle funzioni logiche.

Il circuito è una speciale applicazione teorica, ma potrebbe corrispondere a un caso reale: deve soddisfare una condizione di maggioranza tra i diversi membri di un comitato di votazione, tenendo conto del fatto che essi hanno un diverso peso nella votazione. Si potrebbe vedere come, a partire dalle condizioni imposte, si ottiene l'equazione che poi andrà passata a un circuito logico.

Il problema

Pianifichiamo il montaggio dal punto di vista del progetto. Supponiamo che in una università sia stato deciso di formare un comitato per prendere delle decisioni importanti. Il comitato è composto da un decano (D), un rettore di dipartimento (R), un professore (P) e uno studente (E). La maggioranza è formata dai 2/3 dei voti che, però, vanno ripartiti come segue:

(D) = 4 voti
(R) = 4 voti
(P) = 3 voti
(E) = 1 voto

Utilizzando porte a tre entrate, ridurremo il circuito

Ogni membro del comitato dispone di un bottone da azionare per dire 'Sì' e da non premere per dire 'No'. Bisogna progettare un circuito in cui si accenda una lampadina se, e solamente se, il numero dei voti favorevoli supera il minimo necessario (2/3).

Pianificazione

Le variabili del nostro sistema sono molto chiare. Sono tutti i membri del comitato che collocheremo come parte delle entrate nella tavola delle verità. Se il totale della somma di tutti i voti è di dodici (4 + 4 + 3 + 1), per avere la maggioranza devono esserci, come minimo, 8 voti, per cui nella tavola useremo solo le combinazioni utili a soddisfare questa condizione. Le altre non le scriveremo neanche, così da abbreviare il tutto. L'assegnazione dei pulsanti è la seguente: D = P8, R = P7, P = P6 e E = P5.

Raggiungimento dell'equazione

Prima di iniziare, dobbiamo considerare l'equazione logica e la tavola delle verità. Adesso, e in

Sistema di votazione speciale

Equazione logica

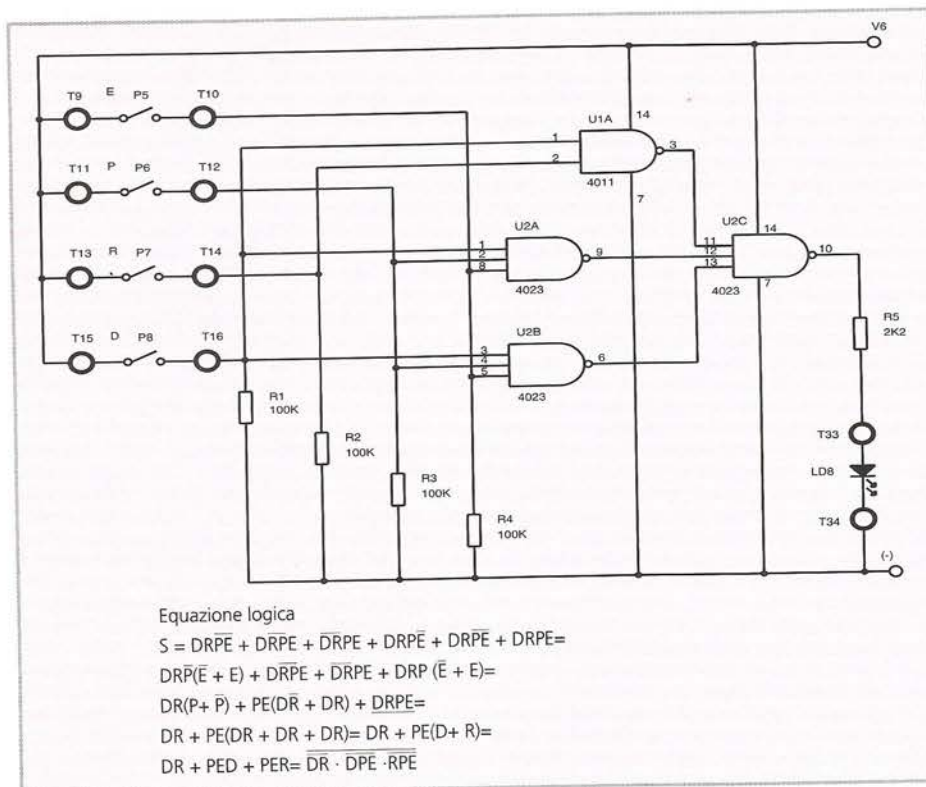
$$S = DR\bar{P}\bar{E} + D\bar{R}PE + \bar{D}RPE + DRP\bar{E} + DR\bar{P}E + DRPE =$$
$$DR\bar{P}(\bar{E} + E) + D\bar{R}PE + \bar{D}RPE + DRP(\bar{E} + E) =$$
$$DR(P + \bar{P}) + PE(D\bar{R} + DR) + \underline{DRPE} =$$
$$DR + PE(DR + DR + DR) = DR + PE(D + R) =$$
$$DR + PED + PER = \overline{\overline{DR} \cdot \overline{DPE} \cdot \overline{RPE}}$$

COMPONENTI	
R1 a R4	100 K
R5	2K2
U1	4011
U2	4023
LD8	
P5 a P8	

Tavola delle verità

D	R	P	E	S
1	1	0	0	1
1	0	1	1	1
0	1	1	1	1
1	1	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

minitermini, otterremo direttamente l'equazione di uscita, per cui ciascuna delle sei uscite sarà prodotto delle variabili.

In seguito, prenderemo come fattore comune tra il quarto e l'ultimo termine le variabili D, R e P e tra il primo e il quinto termine le variabili D, R e /P. Dall'equazione risultante potremo prendere come fattore comune i termini D e R.

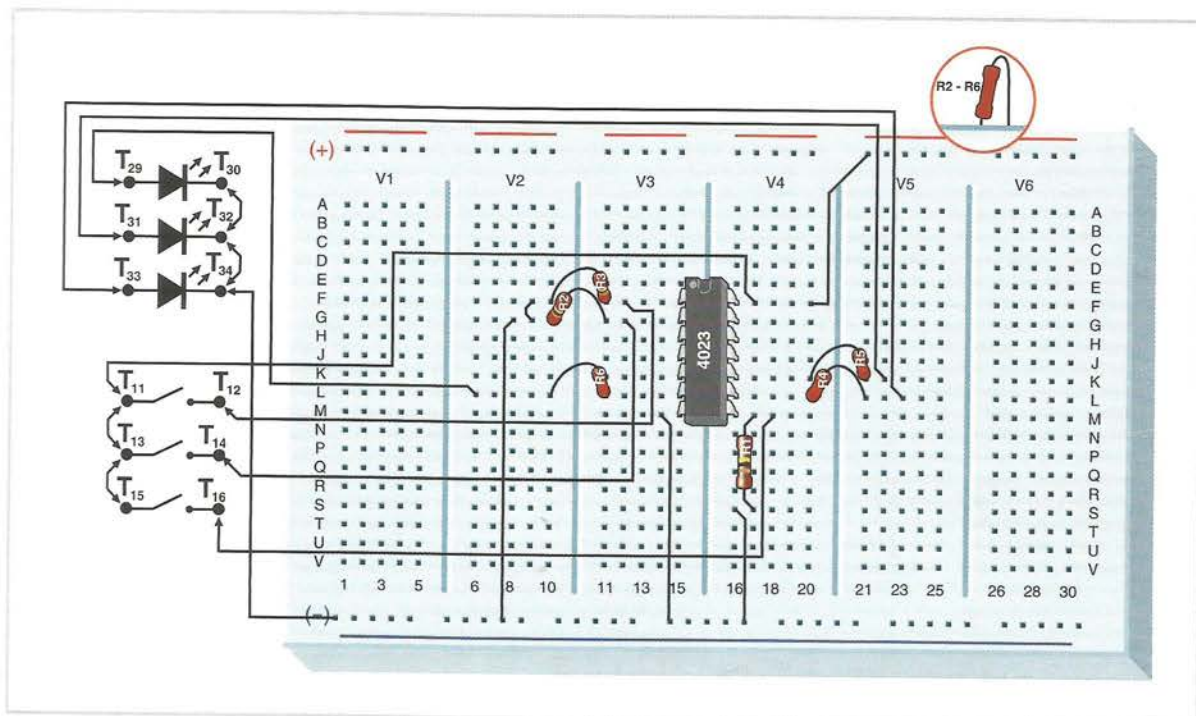
Adesso, e con astuzia, raddoppieremo il termine che corrisponde all'ultima fila della tavola e lo prenderemo come fattore comune a P ed E. Quello che rimane tra parentesi è il termine di una porta OR tra D e R. Così, l'equazione logica si riduce considerevolmente, invertendola due volte per passare tutto alle porte NAND che sono quelle disponibili.

Ogni pulsante rappresenta una variabile d'entrata.

Sviluppo

La realizzazione del circuito passa per lo sviluppo di tutto il circuito grazie alle porte NAND, utilizzando a questo scopo un 4011, per la porta a due entrate e un 4023 per quella a tre entrate.

Il 4023, tre porte NAND a tre entrate

Il circuito integrato 4023 ha al proprio interno tre porte NAND a tre entrate.

Questo circuito integrato è molto utile, perché, permettendoci di disporre delle porte NAND a tre entrate, riduce il numero dei circuiti integrati. Per formare una porta NAND a tre entrate, abbiamo bisogno di tre porte NAND a due entrate (vedi 'DIGITALE 6'). Per disporre delle tre porte NAND a tre entrate, che questo integrato contiene, sarebbe necessario utilizzare delle nuove porte NAND a due entrate, cioè tre circuiti integrati 4011.

Il circuito

Il circuito da realizzare è minimo, perché la sua unica finalità è verificare il funzionamento di ognuna delle sue porte. L'uscita di ogni porta viene portata all'anodo di un LED, interponendo la sua corrispondente resistenza limitatrice di corrente. Per quanto riguarda le entrate, ognuna di esse viene portata al negativo dell'alimentazione attraverso una resistenza da 100 K; abbiamo scelto un valore così alto per consumare poca corrente delle pile quando premiamo i pulsanti. Le porte si collegano anche ai pulsanti che sono uniti, inoltre, tra ciascuna entrata e il positivo dell'alimentazione. In questo modo, quando non si agisce sul pulsante, c'è 'zero' logico nell'entrata corrispondente, ma, quando premiamo il pulsante, cambia di stato, passando a 'uno'. Possiamo, così, verificare le otto combinazioni possibili che vengono indicate nella tavola della verità. Il LED collegato all'uscita si deve spegnere quando si verifica una combinazione, la 111, quando vengono azionati, cioè, simultaneamente tutti e tre i pulsanti. Come è logico, bisogna ripetere questa verifica per ciascuna delle porte, cambiando le corrispondenti connessioni.

Il 4023 viene verificato isolatamente

Connessioni

Le connessioni possono essere eseguite seguendo il piano di montaggio, tuttavia conviene piuttosto seguire lo schema del circuito per vedere quale sia la funzione di ogni terminale. Perché il circuito funzioni, è necessario collegare i terminali dell'alimentazione, che in questo caso sono il 14 e il 7, rispettivamente al positivo e al negativo.

Esperimento

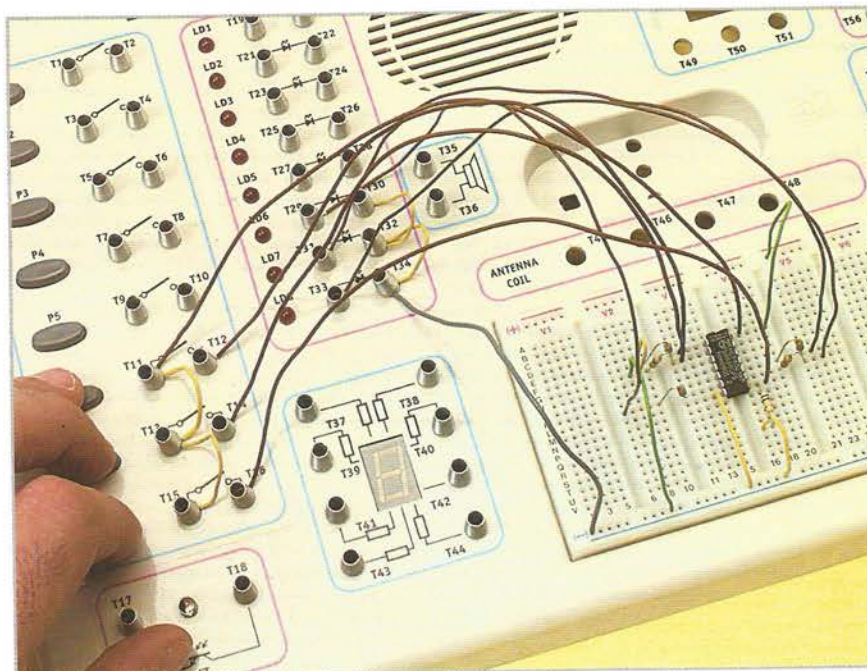
Quando si realizza il montaggio come viene indicato, verifichiamo una delle porte, mentre le entrate delle altre rimangono senza collegamento. Questo ti-

Il 4023, tre porte NAND a tre entrate

COMPONENTI	
R1, R2, R3	100K
R4, R5, R6	2K2
U1	4023
LD6, LD7, LD8	
P6, P7, P8	

Tavola delle verità

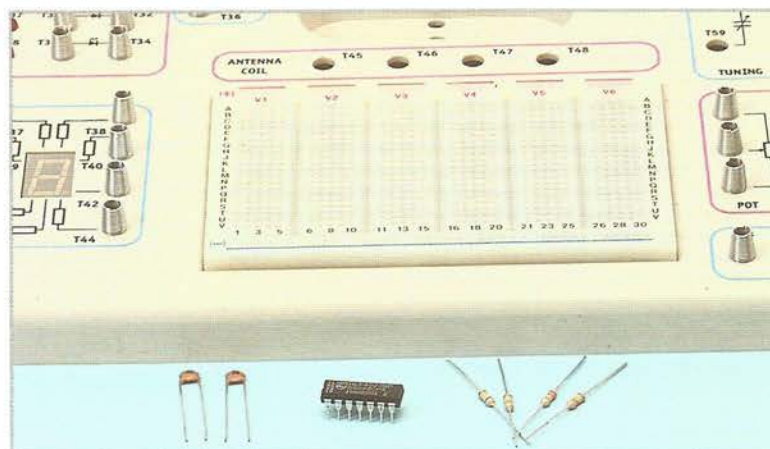
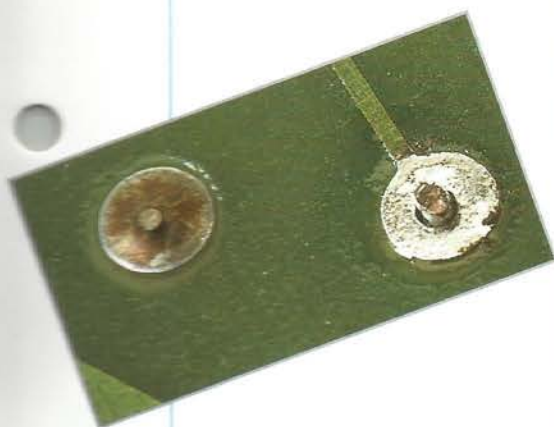
C	B	A	S
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

po di connessione non viene utilizzato in un reale montaggio di utilizzo professionale, perché queste porte hanno un'impedenza d'entrata altissima, cosa che consente loro di captare segnali debolissimi e di interpretarli come '1' o '0' e basta che ricevano alle loro entrate uno '0' perché il LED della loro corrispondente uscita possa illuminarsi. Frequentemente possiamo vedere che i LED collegati alle uscite delle porte che hanno le entrate libere, si illuminano capricciosamente semplicemente avvicinando la mano al circuito; dipende anche dalla posizione del circuito. Se lo facessimo in un circuito reale, potremmo causare molti problemi.

Il LED si spegne con tre pulsanti premuti simultaneamente.

Porta invertente e AND

Per ottenere una porta AND a tre entrate, basterà porre un invertente all'uscita della porta NAND a tre entrate. Per invertire l'uscita, possiamo utilizzare una porta invertente di un 4049 o se si usa una qualche porta nel circuito e ci manca una porta invertente, si possono unire tutte le entrate e usarle così, ma non è molto usuale farlo. Si può utilizzare anche come porta NAND a due entrate e, per far ciò, basterà porre a livello alto '1' l'entrata che non si vuole utilizzare.

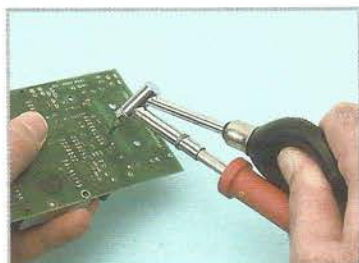
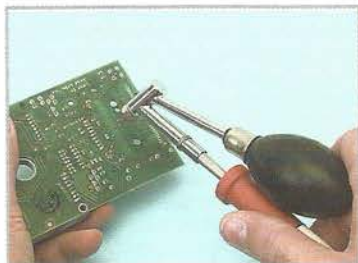
Consigli per dissaldare

Per effettuare qualche riparazione, o togliere qualche componente che avevamo saldato, vediamo come fare.

1 Continua in ogni fascicolo, la fornitura dei componenti per effettuare degli esperimenti o per completare il laboratorio.

2 Dissaldatore manuale: la punta è vuota per facilitare l'aspirazione dello stagno; è l'accessorio di un saldatore standard: la punta si scalda come si scalda un normale saldatore.

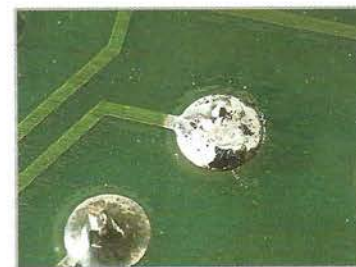
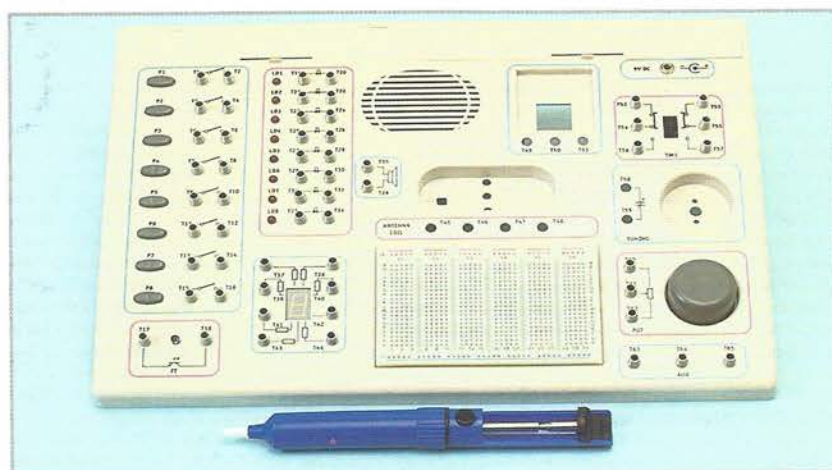
Trucchi

Quando si deve saldare un cavo o un componente saldato, dobbiamo prendere una serie di precauzioni per non danneggiare gli altri componenti. Se non si fa così, si provocano guasti di notevole entità. Quando si applica calore al terminale di un componente per saldarlo, si deve sempre tirare con cautela – mai spingere –, perché si potrebbe distaccare l'isola di saldatura del circuito stampato; il calore deve essere applicato per il minor periodo di tempo possibile. Quest'ultima precauzione la si deve prendere soprattutto con i connettori, perché si possono deformare i pezzi di plastica e, inoltre, si può causare un cortocircuito che renderebbe difficile un buon contatto tra il connettore libero e quello dell'apparecchiatura.

Consigli per dissaldare

3 Primo modello di dissaldatore applicato a uno dei terminali di una resistenza che è necessario sostituire.

4 Stringendo la peretta di gomma, si provoca l'aspirazione dello stagno; l'isola del circuito rimane libera per allocare il terminale del nuovo componente.

5 Dissaldatore a pistone: il pistone viene abbassato a mano fino alla sua chiusura, che si libera dopo averlo avvicinato allo stagno fuso, provocando una forte aspirazione che aspira lo stagno fuso.

6 Il dissaldatore a pistone ha bisogno di un saldatore per fondere lo stagno che è necessario togliere; prima bisogna abbassare il pistone fino a quando non rimane fermo.

7 Liberando il pistone, questo viene spinto da una molla e aspira lo stagno fuso in maniera tale da pulire l'isola del circuito.

8 Quando si toglie un componente scaldandolo con un saldatore e togliendolo dalle isole del circuito stampato, queste ultime rimangono piene di stagno.

9 Conviene, ed è anche comodo, disporre di un dissaldatore economico per facilitare le riparazioni.